

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 9月 1日

出願番号

Application Number:

特願2000-265822

出願人

Applicant(s):

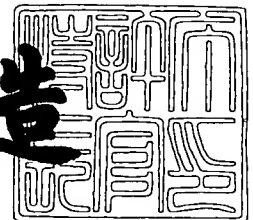
キヤノン株式会社

RECEIVED
DEC - 3 2001
TC 2600 MAIL ROOM

2001年 9月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3083570

【書類名】 特許願

【整理番号】 4283034

【提出日】 平成12年 9月 1日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01J 1/30
H01J 31/12
G09G 3/22

【発明の名称】 電子放出素子、電子源、画像形成装置、並びに電子放出素子及び電子放出装置の製造方法

【請求項の数】 18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 内

【氏名】 北村 伸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 内

【氏名】 塚本 健夫

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100085006

【弁理士】

【氏名又は名称】 世良 和信

【電話番号】 03-5643-1611

【選任した代理人】

【識別番号】 100100549

【弁理士】

【氏名又は名称】 川口 嘉之

【選任した代理人】

【識別番号】 100106622

【弁理士】

【氏名又は名称】 和久田 純一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 066073

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子放出素子、電子源、画像形成装置、並びに電子放出素子及び電子放出装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁性の基板上に、間隙を挟んで対向して形成された陰極電極及び引き出し電極と、

該陰極電極上に形成された複数の突起を有する電子放出部材と、
を備える電子放出素子であって、

前記複数の突起間の形状を均一化したことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2】

前記電子放出部材の均一化した突起の形状は、前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気下において、電子放出素子の電子放出によって、前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質と、前記電子放出部材の突起と、を局所的に反応させて前記電子放出部材を部分的にエッチングして形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の電子放出素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の電子放出素子を複数個並列に配置し、結線してなる前記電子放出素子の列を少なくとも 1 列以上有してなることを特徴とする電子源。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の電子放出素子を複数個配列してなる前記電子放出素子の列を少なくとも 1 列以上有し、前記電子放出素子を駆動する低電位用供給用配線と高電位供給用配線がマトリクス配置されていることを特徴とする電子源。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 に記載の電子源と、
該電子源から放出された電子によって画像を形成する画像形成部材と、
を備え、

情報信号により前記電子源の各電子放出素子の電子量を制御することを特徴と

する画像形成装置。

【請求項 6】

前記画像形成部材は、蛍光体であることを特徴とする請求項 5 に記載の画像形成装置。

【請求項 7】

第 1 及び第 2 電極と、該第 1 電極上に配置された複数の突起と、を有する電子放出素子の製造方法であって、

前記第 1 及び第 2 電極を形成する工程と、

前記第 1 電極上に電子放出材料からなる突起を複数形成する工程と、

前記複数の突起間の形状差を低減せしめる工程と、

を有することを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 8】

前記電子放出材料からなる突起は、繊維状カーボンであることを特徴とする請求項 7 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 9】

第 1 電極と、該第 1 電極上に配置された複数の繊維状カーボンと、該第 1 電極に対向して配置された第 2 電極と、を有する電子放出装置の製造方法であって、

基体上に前記第 1 電極を形成する工程と、

前記第 1 電極上に複数の繊維状カーボンを形成する工程と、

カーボンと反応性を有する物質を含む雰囲気中で、前記複数の繊維状カーボンを加熱する工程と、

を有することを特徴とする電子放出装置の製造方法。

【請求項 10】

絶縁性の基体上に、間隙を挟んで対向して陰極電極及び引き出し電極を形成する工程と、

前記陰極電極上に、突起を有する電子放出部材を形成する工程と、

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程と、

を備えたことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 11】

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程は、前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気下において、電子放出素子の電子放出によって、前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質と、前記電子放出部材の突起と、を局所的に反応させて前記電子放出部材を部分的にエッチングする工程であることを特徴とする請求項 1 0 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 2】

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程は、前記陰極電極と前記引き出し電極間に、前記陰極電極に対して前記引き出し電極が正となるように電圧を印加して行うことを特徴とする請求項 1 1 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 3】

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程は、前記陰極電極と電子放出素子に対向して備えた陽極間に、前記陰極電極に対して前記陽極が正となるように電圧を印加して行うことを特徴とする請求項 1 1 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 4】

前記電子放出部材は、カーボンを主成分として構成され、

前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気ガスは、 H_2O 、 O_2 、又は CO_2 であることを特徴とする請求項 1 1、1 2、又は 1 3 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 5】

前記電子放出部材は、カーボンを主成分として構成され、

前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気ガスは、 H_2 であることを特徴とする請求項 1 1、1 2、又は 1 3 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 6】

前記電子放出部材は、カーボンを主成分として構成され、

前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気ガスは、 H_2O 、 O_2 、又は CO_2 と H_2 との混合ガスであることを特徴とする請求項 1 1、1 2、又は 1 3 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 7】

絶縁性の基板の上に、間隙を挟んで対向して陰極電極及び引き出し電極を形成する工程と、前記陰極電極上に、突起を有する電子放出部材を形成する工程と、を行った電子放出素子を複数個並列した列を少なくとも1列以上有し、前記電子放出素子を駆動する低電位用供給用配線と高電位供給用配線がマトリクス配置された電子源を形成し、

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程は、前記電子源の前記電子放出素子の列を選択して1列毎に駆動させて、線順次に行われることを特徴とする請求項10乃至16のいずれか一つに記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項18】

絶縁性の基板の上に、間隙を挟んで対向して陰極電極及び引き出し電極を形成する工程と、前記陰極電極上に、突起を有する電子放出部材を形成する工程と、を行った電子放出素子を複数個並列した列を少なくとも1列以上有し、前記電子放出素子を駆動する低電位用供給用配線と高電位供給用配線がマトリクス配置された電子源を形成し、

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程は、前記電子源の前記電子放出素子を選択して1素子毎に駆動させて、点順次に行われることを特徴とする請求項10乃至16のいずれか一つに記載の電子放出素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子放出素子、これを用いた電子源、画像形成装置、及び電子放出素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

金属に対し $10^6\text{V}/\text{cm}$ 以上の強電界をかけて金属表面から電子を放出させる電界放出型（FE型）電子放出素子が冷電子源の一つとして注目されている。

【0003】

近年、特に表示装置等の画像形成装置においては、液晶を用いた平板型表示装置がCRTに替わって普及してきたが、自発光型でないため、バックライトを持

たなければならない等の問題点があり、自発光型表示装置が望まれてきた。

【0004】

FE型の冷電子源が実用化されれば、薄型の自発光画像表示装置が可能となり、消費電力の低減、軽量化にも貢献する。

【0005】

縦型FE型電子放出素子の例としては、図12に示すようにエミッタ125が基板121から略鉛直方向に円錐あるいは四角錐の形状をなしたものの、例えばC. A. Spindt, 'Physical Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones', J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976) 等の開示されたもの（以下、スピント型という）が知られている。

【0006】

また、横型FE型電子放出素子の例としては、先端が先鋭化されたエミッタ電極と、エミッタ電極先端から電子を引き出すゲート電極（引き出し電極）とが基板と平行に形成され、ゲート電極とエミッタ電極とが対向する方向と直行した方向にコレクタ（本件ではアノードと呼ぶ）が構成されたものがある。

【0007】

また、繊維状カーボンを用いた電子放出素子の例としては、特開平8-115652号公報に示すように、有機化合物ガスを用いて微細な触媒金属上で熱分解を行い、繊維状カーボンを、微細な間隙に堆積させた構成が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

従来、FE型電子源を用いた画像形成装置では、電子源からアノードである蛍光体までの距離Hと、電子放出素子と蛍光体間のアノード電圧 V_a と、電子放出素子を駆動する陰極電極と引き出し電極間の素子電圧 V_f と、に応じた電子ビームスポット（以下ビーム径と呼ぶ）が得られる。前述のビーム径はサブミリメートル程度であり、画像形成装置としては十分の解像度を持っている。

【0009】

しかしながら、画像表示装置等の画像形成装置においては、近年、より高精細な解像度が要求されている。

【 0 0 1 0 】

さらに、表示画素数の増大に伴い、駆動時には、電子放出素子の持つ素子容量に起因する消費電力が増大するため、素子容量の低減、素子電圧の低減と電子放出素子の効率向上が望まれていた。

【 0 0 1 1 】

また、電子放出素子の特性バラツキにより各画素の明るさに分布が生じること防止するために、電子放出素子の特性の均一化が望まれていた。

【 0 0 1 2 】

このため、素子固有の容量低減、素子電圧の低減に加え、電子放出素子ごとの特性バラツキを低減することが望まれている。

【 0 0 1 3 】

前述の図 1 2 に示すスピント型電子放出素子では、引き出し電極 1 2 2 が基板 1 2 1 と積層されて構成されることで、大きなゲート容量と多数のエミッタ 1 2 5 との間に寄生容量が形成されていた。さらに、先鋭されていない金属コーンをエミッタ 1 2 5 として用いているために、素子電圧が数十 V と高く、容量性の消費電力が大きい欠点があった。

【 0 0 1 4 】

また、取り出された電子ビームは、すぐに広がるため、ビーム径の広がりを抑えるためには、集束電極が必要であった。例えば、特開平 7 - 0 0 6 7 1 4 号公報には、電子放出電極（陰極電極）、引き出し電極の他に、電子を収束させるための収束電極を放出部上部に配置し、電子軌道を収束する手法が開示されているが、この手法では収束電極の付与による工程の複雑さと電子放出効率の低下等が問題であった。

【 0 0 1 5 】

前述の横型 F E 型電子放出素子では、素子の持つ容量を低減できる利点はあるものの、エミッタ電極とゲート電極との距離が遠いために駆動に数百ボルトを必要とするため、駆動装置が大きくなる欠点があった。また、陽極（アノード）で

のビーム形状は広がってしまうという問題があった。

【 0 0 1 6 】

また、繊維状カーボンの集合体を用いた電子放出素子においては、各々の長さや形状の差が大きいと、局所的な電子放出（電界集中）現象が顕著になる。そのため、局所的に電界集中した部分では電子放出に伴う電流密度が高くなり、その結果素子としての電子放出特性の低下や素子の寿命の低下を招くことがあった。

【 0 0 1 7 】

さらに、この様な素子を複数配列した画像形成装置等の場合、上記の現象により、電子放出素子毎の I_e （放出電流）量に分布が生じ、画像の明暗を上手く表現できなくなったり、画像がチラついたりする等、画像形成装置の性能を低下させる原因となる。

【 0 0 1 8 】

本発明は上記の従来技術の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、電子放出特性の均一化を図る耐久性に優れた電子放出素子、電子源、さらには長期にわたって均一な表示特性を有する画像形成装置、並びに容易に作製可能とする電子放出素子及び電子放出装置の製造方法を提供することにある。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の電子放出素子にあっては、絶縁性の基板上に、間隙を挟んで対向して形成された陰極電極及び引き出し電極と、

該陰極電極上に形成された複数の突起を有する電子放出部材と、
を備える電子放出素子であって、

前記複数の突起間の形状を均一化したことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

前記電子放出部材の均一化した突起の形状は、前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気下において、電子放出素子の電子放出によって、前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質と、前記電子放出部材の突起と、を局所的に

反応させて前記電子放出部材を部分的にエッチングして形成されることが好適である。

【0021】

本発明の電子源にあっては、

上記の電子放出素子を複数個並列に配置し、結線してなる前記電子放出素子の列を少なくとも1列以上有してなることを特徴とする。

【0022】

上記の電子放出素子を複数個配列してなる前記電子放出素子の列を少なくとも1列以上有し、前記電子放出素子を駆動する低電位用供給用配線と高電位供給用配線がマトリクス配置されていることを特徴とする。

【0023】

本発明の画像形成装置にあっては、

上記の電子源と、

該電子源から放出された電子によって画像を形成する画像形成部材と、
を備え、

情報信号により前記電子源の各電子放出素子の電子量を制御することを特徴とする。

【0024】

前記画像形成部材は、蛍光体であることが好適である。

【0025】

本発明の電子放出素子の製造方法にあっては、

第1及び第2電極と、該第1電極上に配置された複数の突起と、を有する電子放出素子の製造方法であって、

前記第1及び第2電極を形成する工程と、

前記第1電極上に電子放出材料からなる突起を複数形成する工程と、

前記複数の突起間の形状差を低減せしめる工程と、

を有することを特徴とする。

【0026】

前記電子放出材料からなる突起は、繊維状カーボンであることが好適である。

【 0 0 2 7 】

本発明の電子放出装置にあっては、

第 1 電極と、該第 1 電極上に配置された複数の繊維状カーボンと、該第 1 電極に対向して配置された第 2 電極と、を有する電子放出装置の製造方法であって、
基体上に前記第 1 電極を形成する工程と、
前記第 1 電極上に複数の繊維状カーボンを形成する工程と、
カーボンと反応性を有する物質を含む雰囲気中で、前記複数の繊維状カーボンを加熱する工程と、
を有することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

本発明の電子放出素子の製造方法にあっては、

絶縁性の基板上に、間隙を挟んで対向して陰極電極及び引き出し電極を形成する工程と、
前記陰極電極上に、突起を有する電子放出部材を形成する工程と、
前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程と、
を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する（複数の突起間の形状差を低減せしめる）工程は、前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気下において、電子放出素子の電子放出によって、前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質と、前記電子放出部材の突起と、を局所的に反応させて前記電子放出部材を部分的にエッチングする工程であることが好適である。

【 0 0 3 0 】

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程は、前記陰極電極と前記引き出し電極間に、前記陰極電極に対して前記引き出し電極が正となるように電圧を印加して行うことが好適である。

【 0 0 3 1 】

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程は、前記陰極電極と電子放出素子に対向して備えた陽極間に、前記陰極電極に対して前記陽極が正となるよう

に電圧を印加して行うことが好適である。

【 0 0 3 2 】

前記電子放出部材は、カーボンの主成分として構成され、

前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気ガスは、 H_2O 、 O_2 、又は CO_2 であることが好適である。

【 0 0 3 3 】

前記電子放出部材は、カーボンの主成分として構成され、

前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気ガスは、 H_2 であることが好適である。

【 0 0 3 4 】

前記電子放出部材は、カーボンの主成分として構成され、

前記電子放出部材と化学的に反応し得る物質の雰囲気ガスは、 H_2O 、 O_2 、又は CO_2 と H_2 との混合ガスであることが好適である。

【 0 0 3 5 】

絶縁性の基板上に、間隙を挟んで対向して陰極電極及び引き出し電極を形成する工程と、前記陰極電極上に、突起を有する電子放出部材を形成する工程と、を行った電子放出素子を複数個並列した列を少なくとも1列以上有し、前記電子放出素子を駆動する低電位用供給用配線と高電位供給用配線がマトリクス配置された電子源を形成し、

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程は、前記電子源の前記電子放出素子の列を選択して1列毎に駆動させて、線順次に行われることが好適である。

【 0 0 3 6 】

絶縁性の基板上に、間隙を挟んで対向して陰極電極及び引き出し電極を形成する工程と、前記陰極電極上に、突起を有する電子放出部材を形成する工程と、を行った電子放出素子を複数個並列した列を少なくとも1列以上有し、前記電子放出素子を駆動する低電位用供給用配線と高電位供給用配線がマトリクス配置された電子源を形成し、

前記電子放出部材の突起の形状を均一化する工程は、前記電子源の前記電子放

出素子を選択して1素子毎に駆動させて、点順次に行われることが好適である。

【0037】

【発明の実施の形態】

以下に図面を参照して、この発明の好適な実施の形態を例示的に詳しく説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【0038】

まず、本発明の特徴である電子放出素子の突起の均一化（複数の突起間の形状差を低減せしめる）処理について、以下に説明する。

【0039】

電界電子放出素子において、電子放出を行う電子放出部材には、放出される電流量に応じた熱が発生する。この熱により電子放出部材が溶融するのを避けるために、電子放出部材として一般に高融点金属が使用される。また、この電子放出部材で発生する熱は電子放出部材と雰囲気ガス等との化学反応を起こす。

【0040】

このような電子放出部材の溶融による形状変化や、表面状態の変化が、直接放出電流の変動につながるので、電子放出素子の電子放出部材としては、高融点であることはもちろん、雰囲気ガスと反応し難い物質、または雰囲気ガスとの反応により表面モフォロジが変化しない物質が望まれる。

【0041】

繊維状カーボンを上記のような特性を有し、さらに形状が数百nm以下であり、電界をエンハンスさせ易いために、低電圧で電子を放出させることが可能であり、本発明の電子放出部材として好ましく用いられる。

【0042】

なお、本発明における「繊維状カーボン」とは、「炭素を主成分とする柱状物質」あるいは、「炭素を主成分とする線状物質」ということもできる。また、「繊維状カーボン」とは、「炭素を主成分とするファイバ」ということもできる。そして、また、本発明における「繊維状カーボン」とは、より具体的には、カー

ボンナノチューブ、グラファイトナノファイバ、アモルファスカーボンファイバを含む。

【 0 0 4 3 】

しかし、その製法上、多数の繊維状カーボンの集合体として用いる場合が多く、その個々の繊維状カーボンの太さや長さ等の形状を揃えることが難しいために、複数の繊維状カーボンからなる集合体をそのまま電子放出素子の電子放出部材として用いてしまうと、電子放出素子毎の特性のバラツキを引き起こす。

【 0 0 4 4 】

そこで、繊維状カーボンの集合体のように、複数の突起（繊維状カーボン）を電子放出部材として用いた電子放出素子の性能を向上させるには、複数の突起間の形状差を低減せしめる処理（均一化）が必要となる。

【 0 0 4 5 】

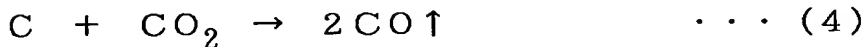
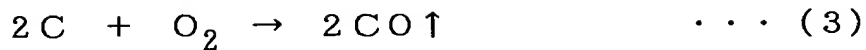
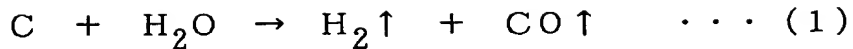
本発明に係る電子放出素子の製造方法の特徴である複数の突起間の形状差を低減せしめる処理（均一化処理）は、電子放出素子を構成する一对の電極のうち、駆動時にもう一方の電極よりも低い電位が印加される電極（陰極電極）上に複数の突起を配置した後に、電子放出素子を駆動するという方法である。特に、複数の電子放出素子を用いて画像形成装置等を形成する場合に非常に有効な方法である。また、上記複数の突起間の形状差を低減せしめる処理は、好ましくは、その複数の突起を構成する材料と反応する物質を含む雰囲気下で、素子を駆動することが好ましい。

【 0 0 4 6 】

この均一化処理の原理は、電子放出部である複数の微細突起から電子が真空中に放出される際に発生する熱を利用して、エッチングを行なうものである。また、特に電子放出材と反応する物質を含む雰囲気中で行なう場合には、雰囲気中に含まれる反応性物質と電子放出部材を選択的に反応させ、部分的にエッチングを行うというものである。

【 0 0 4 7 】

例えば、電子放出部材（複数の突起を構成する材料）がカーボンを主成分とするものである場合には、



以上のような反応が有効である。

【0048】

図2に繊維状カーボン電子放出材とした横型電子放出素子を例とした本発明の均一化処理（複数の突起間の形状差を低減せしめる処理）の一例を模式図で示した。

【0049】

図2において、1は絶縁性の基板、2は引き出し電極（第2電極）、3は陰極電極（第1電極）、4は陰極電極に電氣的に接続された複数の繊維状カーボンからなる電子放出部材である。また、20は真空装置、21は基板ホルダ、22はガス導入バルブ、23は排気装置、24は陽極（アノード（第2電極））、25は等電位面である。

【0050】

ここでは、横型電子放出素子の例を示したが、本発明は縦型電子放出素子にも好ましく適用可能である。縦型の場合には、突起（繊維状カーボン）が配置された第1の電極（図2における符号3）と第2電極であるアノード（図2における符号24）との間に、後述する「均一化処理」において行なわれる電圧印加と同様の処理を行なうことによって行なうことができる。あるいはまた、突起（繊維状カーボン）が配置された第1の電極（図2における符号3）とアノード（図2における符号24）との間に引き出し電極（第2電極）を配置し、この引出し電極（第2電極）と突起（繊維状カーボン）が配置された第1の電極との間に、後述する「均一化処理」において行なわれる電圧印加と同様の処理を行なうことによって行なうことができる。

【0051】

均一化処理は、真空装置20内を、排気装置23により十分に排気した後、ガス導入バルブ22より反応ガスを導入する。次に、繊維状カーボンの電子放出部

材 4 に対して、引き出し電極 2 が正となるような電圧をかけ、繊維状カーボンの電子放出部材 4 から電子を放出させる。すると繊維状カーボンの電子放出部材 4 では、電子放出の熱等により上記の反応が右に進行して、繊維状カーボンがエッチングされる（図 2（a））。

【 0 0 5 2 】

上記の反応の進行中は、ガス導入バルブ 2 2 によって絶えず左辺の反応ガスを導入すると同時に、排気装置 2 3 によって右辺の生成物を排気して、上記の反応式を右に進行させる。

【 0 0 5 3 】

反応によっては可逆変化である場合もあるので、反応生成物が直ちに反応系から取り除かれるようにしておく。

【 0 0 5 4 】

また、反応系に反応ガスを積極的に導入するために、電子放出休止時間を作り、電子放出部を冷却するとよいので、複数の繊維状カーボン（突起）からなる電子放出部材 4 と引き出し電極 2 との間に印加する電圧はパルス電圧であることが好ましい。

【 0 0 5 5 】

ここで、反応の駆動力は電子放出の熱であるので、電子放出部材 4 がカーボン繊維の集合体において、より電子放出し易い（電界がエンハンスされ易い）部分が集中的に反応してエッチングされる。よって過度に電界の集中していた部分が除去されることにより、電界が電子放出領域により均等にかかるようにすることができる。

【 0 0 5 6 】

図 2（b）は均一化処理が終了した後の図である。始め図 2（a）のように大きく歪んでいた等電位面 2 5 が、均一化処理終了後は個々の繊維状カーボンの形状差が低減（均一化）され、図 2（b）のように歪みが小さくなる。

【 0 0 5 7 】

上述の均一化処理は、複数の繊維状カーボン（突起）からなる電子放出部材 4 に対して、アノード 2 4 に正の電位を与えて行うこともできる。また、画像形成

装置を形成する場合等には、電子放出素子に配線等を形成した電子源基板と、蛍光体等からなるフェイスプレート張り合わせ、真空外囲器を形成した（封着工程と呼ぶ）後に、反応ガスを導入して均一化処理を行ってもよい。

【 0 0 5 8 】

以上のような処理を行うことで、電子放出部に複数の突起を用いた電子放出素子、電子源、及び電子放出素子を用いた画像形成装置の性能を向上させることができる。

【 0 0 5 9 】

即ち、本発明の電子放出素子は、電子放出部材を構成する複数の突起間の形状差を低減せしめた（均一化した）ことにより、局所的な電界集中が防止され、電子放出特性の均一化を図ることができると共に、局所的な電界集中で電流密度が高くなって過負荷がかかり、放出電流の衰退が起こることが抑制できる。

【 0 0 6 0 】

このため、放電を誘発することを抑制でき、電子放出素子の寿命をより長くすることができ、時間に対して変動の少ない安定した電子放出電流を長期にわたって維持することができる。

【 0 0 6 1 】

そして、複数の電子放出素子を備えた電子源及び画像形成装置に対しても、各電子放出素子の電子放出電流が安定して維持されることから各画素の耐久性が向上し、画像の明暗を上手く表現でき、画像のチラつきを防止でき、長期にわたって均一な表示特性を有する。

【 0 0 6 2 】

以下に、本発明の具体的な構成である実施の形態を説明する。

【 0 0 6 3 】

本発明の製造方法が有効となる電子放出素子構成の一例を図 3 に示す（図 3（a）は本実施の形態に係る電子放出素子の平面図、図 3（b）は図 3（a）における A-A 断面図である）。

【 0 0 6 4 】

図 3 において、1 は基板、2 は引出し電極、3 は陰極電極、4 は電子放出部材

である。また図4に本実施の形態の電子放出素子の製造方法の一例を示した。以下図4に沿って本実施の形態の電子放出素子の製造方法の一例を順を追って説明する。

【0065】

予め、その表面を十分に洗浄した、石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少させ、K等の一部置換したガラス、青板ガラス、及びシリコン基板等にスパッタ法等により SiO_2 を積層した積層体、アルミナ等のセラミックス等の絶縁性基板を基板1とする（図4（a））。

【0066】

上記基板1上に、引き出し電極2及び陰極電極3を積層する（図4（b））。

【0067】

引き出し電極2及び陰極電極3は導電性を有しており、蒸着法、スパッタ法等の一般的真空成膜技術、フォトリソグラフィ技術により形成される。

【0068】

引き出し電極2及び陰極電極3等の素子電極の材料は、例えば、炭素、金属、金属の窒化物、金属の炭化物、金属のホウ化物、半導体、半導体の金属化合物から適宜選択される。

【0069】

素子電極の厚さとしては、数十nmから数 μm の範囲で設定される、好ましくは炭素、金属、金属の窒化物、金属の炭化物の耐熱性材料が望ましい。なお、この素子電極の厚さが薄いために電位降下などが心配される時、あるいはマトリクス配列でこの電子放出素子を用いる場合は必要に応じて低抵抗の配線用金属材料が電子放出に関与しない部分で用いられることがある。

【0070】

引き出し電極2と陰極電極3の間隔は、用いる電子放出部材の電子放出電界（横方向電界）と画像形成に必要な縦方向電界との電界を比較した時に、電子放出電界が縦方向電界よりも1倍から10倍程度の値になるように、引き出し電極2と陰極電極3間の電子放出素子を駆動する素子電圧に応じて決めればよい。

【0071】

例えば、アノードと陰極電極 3 との間を 2 mm の間隔として 10 kV を印加する場合、この時の縦方向電界は $5 \text{ V} / \mu\text{m}$ となる。この場合、用いるべき電子放出部材の電子放出電界は $5 \text{ V} / \mu\text{m}$ よりも大きな電子放出電界を持つ材料であり、選択した電子放出電界に相当するように、その間隔と、素子電圧を決めればよい。

【0072】

次に、複数の突起からなる電子放出部材 4 を陰極電極 3 上に蒸着する（図 4（c））。

【0073】

電子放出部材 4 はスパッタ法等の一般的な真空成膜法等で堆積した膜を RIE 等の手法を用いて凸形状の突起に加工する場合と、CVD における核成長を利用した針状結晶の成長や、ひげ結晶の成長等を利用する場合がある。

【0074】

突起形状の制御は、RIE の場合には、用いる基板の種類、ガスの種類、ガス圧力（流量）、エッチング時間、プラズマを形成する時のエネルギー等に依存する。一方、CVD による形成方法では、基板の種類、ガスの種類、流量、成長温度等で制御される。

【0075】

電子放出部材 4 に用いる材料は、好ましくは W, Ta, Mo 等の耐熱性の材料、あるいは TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, WC 等の炭化物、HfB₂, ZrB₂, LaB₆, CeB₆, YB₄, GdB₄ 等の硼化物、TiN, ZrN, HfN 等の窒化物、Si, Ge 等の半導体、アモルファスカーボン、グラファイト、ダイヤモンドライクカーボン、ダイヤモンドを分散した炭素及び炭素化合物等を用いることができる。そして、特に好ましくは、カーボンナノチューブ、グラファイトファイバ等の繊維状カーボンを用いることが好ましい。

【0076】

本実施の形態に係る電子放出素子の性能をより有効にする数 $\text{V} / \mu\text{m}$ の閾値電界を持つ材料としては、触媒を用いて炭化水素ガスを分解してできる繊維状カーボンがある。この繊維状カーボンの代表例としてカーボンナノチューブを図 10

に示す。

【0077】

図10では、一番左側に光学顕微鏡レベル（～1000倍）で見える形態、真中は走査電子顕微鏡（SEM）レベル（～30000倍）で見える形態、右側は透過電子顕微鏡（TEM）レベル（～100万倍）で見えるカーボンの形態を模式的に示している。

【0078】

カーボンナノチューブは、グラフェンが円筒形状に構成され、特にチューブ先端を開放させた構造の時に、最もその閾値が下がる。

【0079】

また、本実施の形態に係る電子放出素子の性能をより有効にする数 $V/\mu m$ の閾値電界を持つ材料としては、カーボンナノチューブと同様に触媒を用い、比較的低温で生成されるグラファイトナノファイバもある。このグラファイトナノファイバを図11に示す。グラファイトナノファイバはグラフェンの積層体で構成されている。

【0080】

カーボンナノチューブとグラファイトナノファイバは、触媒の種類及び分解の温度によって異なり、同一の触媒で、両方の構造を持つ物を温度によって選択可能である場合もあるし、どちらかの構造しかできない場合もある。

【0081】

カーボンナノチューブとグラファイトナノファイバのどちらも電子放出の閾値が $1\sim 10 V/\mu m$ 程度であり、本実施の形態の電子放出部材4として特に好ましい。

【0082】

グラファイトナノファイバは、グラファイト構造あるいはアモルファス構造カーボンからなり、その混合の形態をとる場合もある。

【0083】

前述の触媒材料としては、Fe、Co等が繊維状カーボンの形成において使用されるが、Pd、Niにおいてもカーボン形成用の核として用いることができる

【0084】

Pd, Niにおいては、低温（450℃以上の温度）で繊維状カーボンを生成することが可能である。Fe, Coを用いたカーボンナノチューブの生成温度は800℃以上必要であるのに対し、Pd, Niを用いれば繊維状カーボンの作成が低温で可能なことから、他の部材への影響や、製造コストの観点からも好ましい。

【0085】

さらに、Pdにおいては、酸化物が水素により低温（室温）で還元される特性を用いて、核形成材料として酸化パラジウムを用いることが可能である。

【0086】

酸化パラジウムの水素還元処理を行うと、一般的な核形成技法として従来から使用されている金属薄膜の熱凝集を用いずとも、比較的低温（200℃以下）で初期凝集核の形成が可能となった。

【0087】

前述の炭化水素ガスとしては、例えばエチレン、メタン、プロパン、プロピレン等の炭化水素ガス、あるいはエタノールやアセトン等の有機溶剤の蒸気を用いることもある。

【0088】

電子放出部材4として凸形状の複数の突起を陰極電極3端の引き出し電極2側に並べる最も単純な例は、陰極電極3上に一個の突起を配置したものであるが、低電圧で必要な電界を得るには、図3に示すように複数の凸形状の突起を形成するのが有利であるし、プロセスも容易である。

【0089】

図3に示したように、電子は最も引き出し電極2に近い位置に配置された複数の突起から放出される。電子放出に関与に係わらず、凸形状の突起が形成された領域を本発明では「電子放出領域」と呼ぶ。

【0090】

次に、電子放出部材4をを構成する複数の突起を部分的にエッチングして、個

々の形状差を低減せしめる「均一化工程」を行なう（図4（d））。

【0091】

電子放出素子を図2のような真空装置20内に配置し、排気装置23により十分排気した後、ガス導入バルブ22より電子放出部材4と化学的または物理的に反応し得る物質を導入する。

【0092】

ここでいう化学的に反応する物質とは、電子放出部材4がカーボンである場合は、例えば O_2 や、 H_2O 、 (H_2) 等である。また、物理的に反応する物質とは、主に電子ビームにより帯電粒子となる物質のことをいい、Ar等の比較的質量数の大きな物質が好ましい。上記物質ガスの導入圧力は、ガス種により異なるが、一般的に電子放出時において電子放出部材4と化学的に反応させる場合は 1×10^{-4} Pa以上、物理的に反応させる場合は $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-4}$ Pa程度である。

【0093】

上記ガスを導入した後、電子放出素子の電子放出部材4に対して、電子放出素子の引き出し電極2が正となるような電位をかけ、電子放出させると、上記ガスと電子放出部材4が反応して電子放出部材4の衰退が起こる。

【0094】

この工程により、電子放出領域において、より電子放出し易い（電界がエンハンスされ易い）部分が集中的に反応してエッチングされ、過度に電界の集中していた部分が除去され、電界が電子放出領域により均等にかかるようにすることができる。

【0095】

この様子を示す模式図を図2に示した。図2（a）は均一化処理開始時、図2（b）は均一化処理が完了した後の素子の模式図である。

【0096】

本工程は、画像形成装置を形成する場合等には、電子放出素子に配線等を形成した電子源基板と、蛍光体等からなるフェイスプレートを張り合わせ、真空外囲器を形成した（封着工程と呼ぶ）後に、反応ガスを導入して、電子放出部領域に

対してアノードに正電位を印加することによって行うこともできる。

【0097】

このようにして本実施の形態に係る電子放出素子が完成された。

【0098】

本実施の形態に係る電子放出素子とその動作について、図6、図7を用いて説明する。数 μm の引き出し電極2と陰極電極3間にギャップを持つ電子放出素子を図6に示すような真空装置60に設置し、真空排気装置63によって 10^{-5}Pa 程度に到達するまで十分に排気し、図6に示したように高電圧電源を用いて、基板1から数mmの高さHの位置に陽極（アノード）61を設け、陰極電極3とアノード61間に数kVからなる高電圧のアノード電圧 V_a を印加した。

【0099】

なお、アノード61には、導電性フィルムを被覆した蛍光体62が設置されている。

【0100】

電子放出素子には、数十V程度からなるパルス電圧の素子電圧 V_f を印加して、流れる素子電流 I_f と電子放出電流 I_e を計測した。

【0101】

この時、等電位線66は、図6のように形成され、電界の集中する点は64で示される電子放出部材4の最もアノード61より、かつギャップの内側の場所である。

【0102】

この電界集中点64近傍に位置する電子放出部材4から電子が放出されると考えられる。

【0103】

電子放出素子の電子放出電流 I_e 特性は、図7に示すように、印加電圧（素子電圧 V_f ）の約半分から I_e が急激に立ち上がり、 I_f は I_e の特性に類似していたが、その値は I_e と比較して十分に小さな値であった。

【0104】

また、電子放出部材4への局所的な電界集中によって電子放出部材4が破壊さ

れること等により観測される I_e の急変動は起こらなかった。

【0105】

同一の製造方法により作製した本実施の形態に係る単素子 A, B, C について、 V_f , V_a , H を一定にして駆動した場合の I_e 変動を図 5 (a) に示した。3 素子 A, B, C 共に I_e 変動が少なく、 I_e の値が同程度であることがわかる。

【0106】

比較として、電子放出部材 4 の均一化处理 (図 4 (d) にあたる) を省略し、それ以外は同一の製造方法により作製した単素子 D, E, F について、上記と同様な条件にて駆動した場合の I_e (放出電流) 変動を図 5 (b) に示した。素子 D では駆動初期に I_e の急降下が観測され、素子 F では I_e が段階的に減少しある値で飽和傾向が見られた。素子 E の I_e は安定していた。

【0107】

このように、本発明の特徴の一つである均一化处理を行わないと、素子ごとに特性がバラついてしまう。これは、電子放出部材である繊維状カーボンの形状が様々であるために、電界集中し易い部分と、そうでない部分が素子ごとに異なってしまうことによる。

【0108】

以下、この原理に基づき、電子放出素子を複数配置したマトリクス電子源に均一化处理を施す方法を、図 8 を用いて説明する。図 8 において、81 は電子源基体、82 は X 方向配線、83 は Y 方向配線である。84 は電子放出素子、85 は結線である。

【0109】

X 方向配線 82 は、 $Dx1$, $Dx2$, ... Dxm の m 本の配線からなり、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された導電性金属等で構成することができる。配線の材料、膜厚、巾は、適宜設計される。

【0110】

Y 方向配線 83 は、 $Dy1$, $Dy2$, ... Dyn の n 本の配線からなり、X 方向配線 82 と同様に形成される。

【0 1 1 1】

これら m 本の X 方向配線 8 2 と n 本の Y 方向配線 8 3 との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電氣的に分離している (m , n は、共に正の整数)。

【0 1 1 2】

不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された SiO_2 等で構成される。例えば、 X 方向配線 8 2 を形成した電子源基体 8 1 の全面或は一部に所望の形状で形成され、特に、 X 方向配線 8 2 と Y 方向配線 8 3 の交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が適宜設定される。

【0 1 1 3】

そして、 X 方向配線 8 2 と Y 方向配線 8 3 は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0 1 1 4】

電子放出素子 8 4 を構成する一対の電極 (不図示) は、 m 本の X 方向配線 8 2 と n 本の Y 方向配線 8 3 と導電性金属等からなる結線 8 5 とによって電氣的に接続されている。

【0 1 1 5】

図 8 のような単純マトリクスにおいて、 X 方向行及び Y 方向列が多くなると、マトリクス上の電子放出素子 8 4 を全選択して一括均一化を行う際に電圧降下による各素子への印加電圧に分布が生じる場合がある。そこで、例えば線順次に均一化を行うことや、点順次に均一化を行うことが好ましい。

【0 1 1 6】

上記の線順次均一化法について述べる。例えば、 Dy_1, Dy_2, \dots, Dy_n の n 本の Y 方向配線を共通として、 Y 方向配線に対して正の電圧を Dx_1 に印加して Dx_1 行の電子放出素子 8 4 を選択して均一化处理を行う。続いて Dx_2 に同様な電圧を印加して Dx_2 行の電子放出素子を選択して均一化处理を行う。同様にして、 Dx_3, Dx_4, \dots, Dx_m 行を選択して X 方向線順次に均一化处理を行う。このようにすることで、電圧降下の影響を少なくすることができる。

【0 1 1 7】

次に点順次均一化法は、上記マトリクス配線を用いて、個別の素子を選択し独立に駆動可能して、電子放出素子 8 4 を一個づつ順に均一化していく方法である。この方法では、電圧降下の影響が全くないが、処理にかかる時間が素子の数に比例するので、電子源の大きさや使用用途により、線順次処理、点順次処理、または一括処理を使い分ければよい。

【 0 1 1 8 】

このような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。

【 0 1 1 9 】

図 9 において、8 1 は電子放出素子を複数配した電子源基体、9 1 は電子源基体 8 1 を固定したリアプレート、9 6 はガラス基体 9 3 の内面に蛍光膜 9 4 とメタルバック 9 5 等が形成されたフェースプレートである。9 2 は支持枠であり、支持枠 9 2 には、リアプレート 9 1、フェースプレート 9 6 がフリットガラス等を用いて接続されている。外囲器 9 7 は、例えば大気中、真空中あるいは、窒素中で、4 0 0 ~ 5 0 0 ℃の温度範囲で 1 0 分以上焼成することで、封着して構成される。

【 0 1 2 0 】

外囲器 9 7 は、上述の如く、フェースプレート 9 6、支持枠 9 2、リアプレート 9 1 で構成される。リアプレート 9 1 は主に電子源基体 8 1 の強度を補強する目的で設けられるため、電子源基体 8 1 自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート 9 1 は不要とすることができる。即ち、基体 8 1 に直接支持枠 9 2 を封着し、フェースプレート 9 6、支持枠 9 2 及び基体 8 1 で外囲器 9 7 を構成しても良い。一方、フェースプレート 9 6、リアプレート 9 1 間に、スペーサとよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器 9 7 を構成することもできる。

【 0 1 2 1 】

また、本実施の形態に係る電子放出部材 4 の均一化処理工程は、外囲器 9 7 を形成した後に、ガス導入チューブ 9 8 により、反応ガスを導入して行うこともで

きる。なお、導入したガス及び反応生成物は排気チューブ 9 9 により随時除去される。

【 0 1 2 2 】

本実施の形態の画像形成装置は、テレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システムやコンピュータ等の表示装置の他、感光性ドラム等を用いて構成された光プリンタとしての画像形成装置等としても用いることができる。

【 0 1 2 3 】

(実施例)

以下、本実施の形態についての具体的な実施例を詳細に説明する。

【 0 1 2 4 】

(第 1 の実施例)

第 1 の実施例として、 O_2 ガス雰囲気下において、電子放出素子の陰極電極と引き出し電極間にバイアスして電子放出させ、均一化させた例を示す。図 1 に本実施例に係る電子放出素子の製造方法を示し、図 3 には作製した電子放出素子の平面図及び断面図を示す。以下に、本実施例に係る電子放出素子の製造工程を詳細に説明する。

【 0 1 2 5 】

(工程 1 (図 1 (a)))

基板 1 に石英基板を用い、十分洗浄を行った後、引き出し電極 2 及び陰極電極 3 として、スパッタ法により厚さ 5 nm の Ti 及び厚さ 30 nm の Pt を連続的に蒸着を行なった。

【 0 1 2 6 】

次に、フォトリソグラフィ工程で、ポジ型フォトレジスト (AZ 1500 / クラリアント社製) を用いてレジストパターンを形成した。

【 0 1 2 7 】

次に、パターニングした前記フォトレジストをマスクとして、Ar を用いて Pt 層, Ti 層のドライエッチングを行い、電極間のギャップが 5 μ m からなる引き出し電極 2 及び陰極電極 3 を形成した。

【 0 1 2 8 】

(工程2 (図1 (b)))

次に、全体にCrをEB蒸着にて約100nmの厚さに堆積した。フォトリソグラフィ工程で、ポジ型フォトレジスト(AZ1500/クラリアント社製)を用いてレジストパターンを形成した。

【0129】

次に、パターニングした前記フォトレジストをマスクとし、電子放出部材4を被覆すべき領域(100 μ m角)について陰極電極3上に形成し、開口部のCrを硝酸セリウム系のエッチング液で取り除いた。

【0130】

フォトレジストを剥離した後、Pd錯体にイソプロピルアルコール等を加えた錯体溶液を、スピンコートにて全体に塗布した。

【0131】

塗布後、大気中300℃で熱処理を行い、酸化パラジウム41を約10nmの厚さに陰極電極3上に形成した後、Crを硝酸セリウム系のエッチング液にて取り除いた。

【0132】

(工程3 (図1 (c)))

そして、200℃に加熱し、大気を排気後、窒素で希釈した2%水素気流中で熱処理を行った。この段階で陰極電極3表面には粒子の直径が約3~10nmの粒子42が形成された。この時の粒子42の密度は約 $10^{11} \sim 10^{12}$ 個/cm²と見積もられた。

【0133】

(工程4 (図1 (d)))

続いて、窒素希釈した0.1%エチレン気流中で500℃、10分間加熱処理をした。これを走査電子顕微鏡で観察すると、Pd塗布領域に直径10~25nm程度で、屈曲しながら繊維状に伸びた多数の繊維状カーボン43が形成されているのがわかった。このとき繊維状カーボン43の厚さは約500nmとなっていた。

【0134】

(工程 5 (図 1 (e)))

次に、図 2 の真空装置 2 0 内に素子を配置し、排気装置 2 3 により 1×10^{-5} Pa まで排気した後、ガス導入バルブ 2 2 より O_2 ガスを真空装置 2 0 内の真空度が 1×10^{-4} Pa になるまで導入し、電子放出素子の陰極電極 3 に対して、電子放出素子の引き出し電極 2 を正として、 $V_f = 20$ V のパルス電圧 (パルス幅 : 10 msec、パルス長 : 4 msec) を印加した。この状態で 1 時間駆動して、電子放出部材 4 を均一化させた。

【0 1 3 5】

そして、以上の工程によって形成された電子放出素子を図 6 の真空装置 6 0 中で、真空排気装置 6 3 によって 2×10^{-6} Pa に到達するまで十分に排気し、図 6 に示したよう $H = 2$ mm 離れた陽極 (アノード) 6 1 に、アノード電圧 $V_a = 10$ kV 印加した。

【0 1 3 6】

このとき、電子放出素子には素子電圧 $V_f = 20$ V からなるパルス電圧を印加して流れる素子電流 I_f と電子放出電流 I_e を計測した。

【0 1 3 7】

電子放出素子の I_e 特性は、図 7 に示すように、印加電圧の約半分から I_e が急激に増加し、 V_f が 15 V では約 $1 \mu A$ の電子放出電流 I_e が測定された。時間に対する I_e の変動が少ない良好な電子放出特性が得られた。

【0 1 3 8】

一方、 I_f は I_e の特性に類似していたが、その値は I_e と比較して一桁小さな値であった。

【0 1 3 9】

なお、得られたビーム径は、Y 方向に細長く、X 方向に短い、略矩形形状であった。

【0 1 4 0】

(第 2 の実施例)

第 2 の実施例として、 O_2 ガス雰囲気下において、電子放出素子の陰極電極と、電子放出素子と対向する陽極 (アノード) 間にバイアスして電子放出させ、均

一化工程を行った例を示す。

【0141】

(工程1)

第1の実施例の工程1から工程4と同様な方法で、基板上1上に素子引き出し電極2及び陰極電極3を形成し、陰極電極3上に電子放出部材4として繊維状カーボンを作製した。

【0142】

(工程2)

上記の電子放出素子を図2のような真空装置20に設置し、真空排気装置23によって 2×10^{-6} Paに到達するまで十分に排気した後、ガス導入バルブ22から O_2 ガスを真空装置20内の真空度が 1×10^{-4} Paになるまで導入し、電子放出素子の陰極電極3に対して、電子放出素子の引き出し電極2を正として、 $V_f = 20$ Vのパルス電圧（パルス幅：10 msec、パルス長：4 msec）を印加した。同時に、電子放出素子の陰極電極3に対して、アノード24を正として $V_a = 10$ kVの電圧を印加した。この状態で1時間駆動して、電子放出部材4の均一化を行った。

【0143】

以上のようにして作製した電子放出素子を、 V_f を15 Vに固定し、アノード間距離Hを2 mmに固定し、アノード電圧 V_a 10 kVとして駆動した。このようにしても、第1の実施例と同様に安定した I_e が得られた。

【0144】

(第3の実施例)

電子放出素子を複数配置したマトリクス電子源からなる表示装置において、マトリクスのライン毎に均一化処理を行った例について、図8、図9を用いて説明する。

【0145】

図8において、81は電子源基体、82はX方向配線、83はY方向配線である。84は電子放出素子、85は結線である。

【0146】

複数配置したことに伴う素子容量が増大すると、図 8 に示すマトリクス配線においては、パルス幅変調に伴う短いパルスを加えても容量成分により波形がなまり、期待した階調が取れない等の問題が生じる。

【0147】

このため、本実施例では、第 1 の実施例に示したように、電子放出部材 4 のすぐ脇に、層間絶縁層を配し、電子放出領域以外での容量性分の増加を低減する構造を採用した。

【0148】

図 8 において、X 方向配線 8 2 は $D \times 1$, $D \times 2$, . . . $D \times m$ の m 本の配線からなり、蒸着方にて形成された厚さ約 $1 \mu m$ 、幅 $300 \mu m$ のアルミニウム系配線材料で構成されている。配線の材料、膜厚、巾は適宜設計される。

【0149】

Y 方向配線 8 3 は $D_y 1$, $D_y 2$, . . . $D_y n$ の n 本の配線よりなり、厚さ $0.5 \mu m$ 、幅 $100 \mu m$ で X 方向配線 8 2 と同様に形成される。

【0150】

これら m 本の X 方向配線 8 2 と n 本の Y 方向配線 8 3 との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電氣的に分離している (m , n は、共に正の整数)。

【0151】

不図示の層間絶縁層は、スパッタ法等を用いて厚さ約 $0.8 \mu m$ の SiO_2 で構成された。X 方向配線 8 2 を形成した基体 8 1 の全面或は一部に所望の形状で形成され、特に、X 方向配線 8 2 と Y 方向配線 8 3 の交差部の電位差に耐え得るように、本実施例では 1 素子当たりの素子容量が $1 pF$ 以下、素子耐圧 $30 V$ になるように層間絶縁層の厚さが決められた。

【0152】

X 方向配線 8 2 と Y 方向配線 8 3 は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0153】

本発明の放出素子 8 4 を構成する一対の電極 (不図示) は、 m 本の X 方向配線

82とn本のY方向配線83と導電性金属等からなる結線85によって電氣的に接続されている。

【0154】

本実施例においてはY方向配線は陰極電極側、X方向配線は引出し電極側になるように接続された。

【0155】

Dy1, Dy2, . . . Dynのn本のY方向配線を共通としてアースに落とし、アースに対して正側のパルス電圧(1msec/10msec)をDy1に印加してDx1行の電子放出素子84を選択して均一化处理を行った。

【0156】

続いてDX2に同様な電圧を印加して、Dx2行の電子放出素子84を選択して均一化处理を行った。同様にして、Dx3, Dx4, . . . Dxm行を選択してX方向線順次に均一化处理を行った。

【0157】

このような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図9を用いて説明する。図9は、ガラス基板材料としてソーダライムガラスを用いた画像形成装置の表示パネルを示す図である。

【0158】

図9において、81は電子放出素子を複数配した電子源基体、91は電子源基体81を固定したリアプレート、96はガラス基体93の内面に蛍光膜94とメタルバック95等が形成されたフェースプレートである。92は、支持枠であり該支持枠92には、リアプレート91、フェースプレート96がフリットガラス等を用いて接続されている。97は外囲器であり、真空中で、450℃の温度範囲で10分焼成することで、封着して構成される。

【0159】

84は電子放出素子に相当する。82, 83は電子放出素子の一对の素子電極と接続されたである。X方向配線82及びY方向配線83はそれぞれの行配線及び列配線がDox1乃至Doxm及びDoy1乃至Doy nの端子として外囲器97の外部へ取り出される。

【0160】

外囲器97は、上述の如く、フェースプレート96、支持枠92、リアプレート91で構成される。一方、フェースプレート96とリアプレート91間に、スペーサとよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器97を構成している。

【0161】

メタルバック95は、蛍光膜94作製後、蛍光膜94の内面側表面の平滑化処理（通常、「フィルミング」と呼ばれる。）を行い、その後真空蒸着等を用いてA1を堆積させることで作られた。

【0162】

フェースプレート96には、更に蛍光膜94の導電性を高めるため、蛍光膜94の外面側に透明電極（不図示）を設けた。

【0163】

本実施例では、電子源からの電子放出は引き出し電極2側に出射されるので、アノード電圧 V_a が10kVで、アノード間距離Hが2mmの時は、引き出し電極2側に200 μ m偏移した位置に対応して蛍光膜94が配置された。

【0164】

このようにして得られたマトリクス電子源は、各電子放出素子84毎の特性が揃い I_e の分布が少なく、表示装置等に非常に好ましいものであった。

【0165】

（第4の実施例）

本実施例では、第3の実施例の電子放出素子を複数配置したマトリクス電子源からなる画像形成装置としての表示装置において、各電子放出素子毎に均一化処理を行った例を示す。

【0166】

第3の実施例と同様に図8のようなマトリクス電子源を作製した。本実施例においても、Y方向配線83は陰極電極側、X方向配線82は引き出し電極側になるように接続した。

【0167】

$Dx1, Dx2, \dots, Dx m$ の m 本の X 方向配線82及び $Dy1, Dy2, \dots, Dy n$ の n 本の Y 方向配線83にアースを落とした状態で、 $Dy1$ と $Dx1$ に電圧を印加し、 $Dy1$ と $Dx1$ の交差部にあたる電子放出素子84を選択し、独立に駆動して均一化处理を行った。

【0168】

続いて $Dy1$ と $Dx2$ に同様な電圧を印加して、 $Dy1$ と $Dx2$ の交差部の電子放出素子84を独立選択して均一化处理を行った。同様にして各電子放出素子84の一個づつについて均一化处理を行った。

【0169】

本実施例で作製したマトリクス電子源を用いて第3の実施例と同様に図9のような表示装置を作製した。

【0170】

このようにして得られたマトリクス電子源では、さらに I_e の分布が少なく、表示装置等に非常に好ましいものであった。

【0171】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、電子放出部材の複数の突起間の形状を均一化したことにより、電子放出部材で局所的な電界集中が防止され、電子放出特性の均一化を図ることができると共に、局所的な電界集中で電流密度が高くなって過負荷がかかり、放出電流の衰退が起こることが抑制できる。

【0172】

このため、放電を誘発することを抑制でき、電子放出素子の寿命をより長くすることができ、時間に対して変動の少ない安定した電子放出電流を長期にわたって維持することができる。

【0173】

そして、複数の電子放出素子を備えた電子源及び画像形成装置に対しても、各電子放出素子の電子放出電流が安定して維持されることから各画素の耐久性が向上し、画像の明暗を上手く表現でき、画像のチラつきを防止でき、長期にわたって均一な表示特性を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施例に係る電子放出素子の製造方法を示す図である。

【図 2】

実施の形態に係る電子放出部材の微細突起の形状を均一化する工程を示す図である。

【図 3】

実施の形態に係る電子放出素子を示す図である。

【図 4】

実施の形態に係る電子放出素子の製造工程を示す図である。

【図 5】

電子放出素子の時間に対する放出電流の変化を示す図である。

【図 6】

電子放出素子を動作させる時の構成例を示す図である。

【図 7】

実施の形態に係る電子放出素子の動作特性例を示す図である。

【図 8】

実施の形態に係る単純マトリクス回路の電子源の構成例を示す図である。

【図 9】

実施の形態に係る電子源を用いた、画像形成装置の構成例を示す図である。

【図 1 0】

カーボンナノチューブの構造を示す概要図である。

【図 1 1】

グラファイトナノファイバの構造を示す概要図である。

【図 1 2】

従来の縦型 F E 型電子放出素子を示す図である。

【符号の説明】

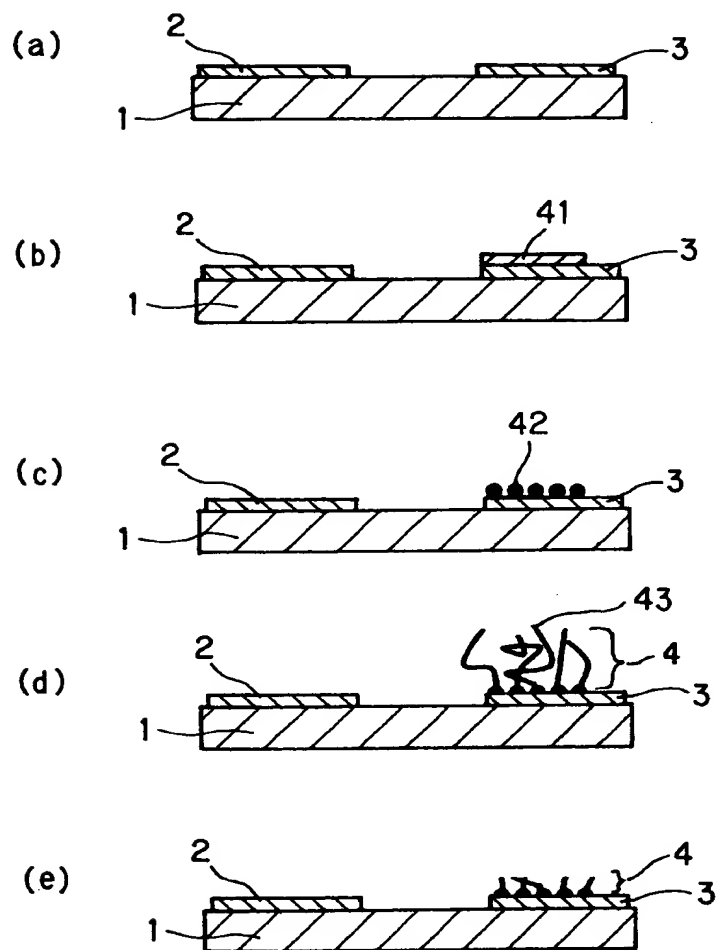
- 1 基板
- 2 引き出し電極

- 3 陰極電極
- 4 電子放出部材
- 2 0 真空装置
- 2 2 ガス導入バルブ
- 2 3 真空排気装置
- 2 4 アノード
- 2 5 等電位面
- 4 1 酸化パラジウム
- 4 2 粒子
- 4 3 繊維状カーボン
- 6 0 真空装置
- 6 1 アノード
- 6 2 蛍光体
- 6 3 真空排気装置
- 6 4 電界集中点
- 6 6 等電位線

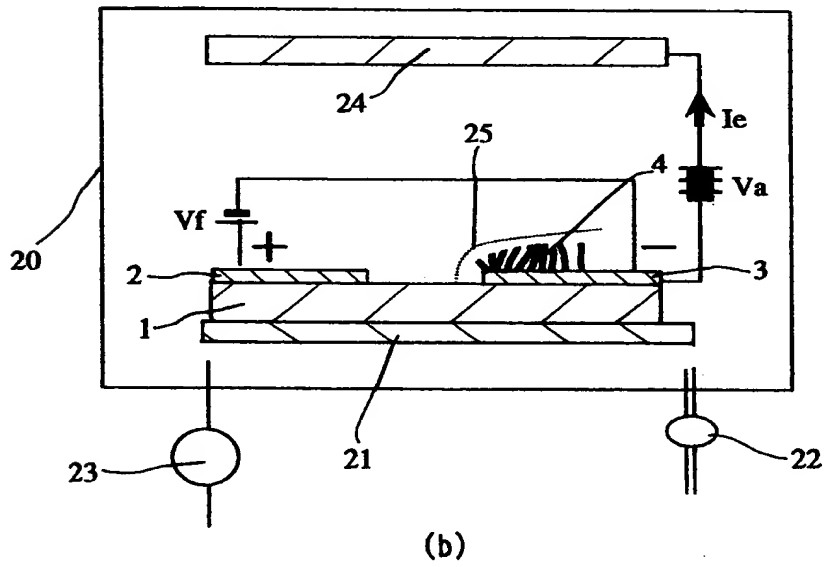
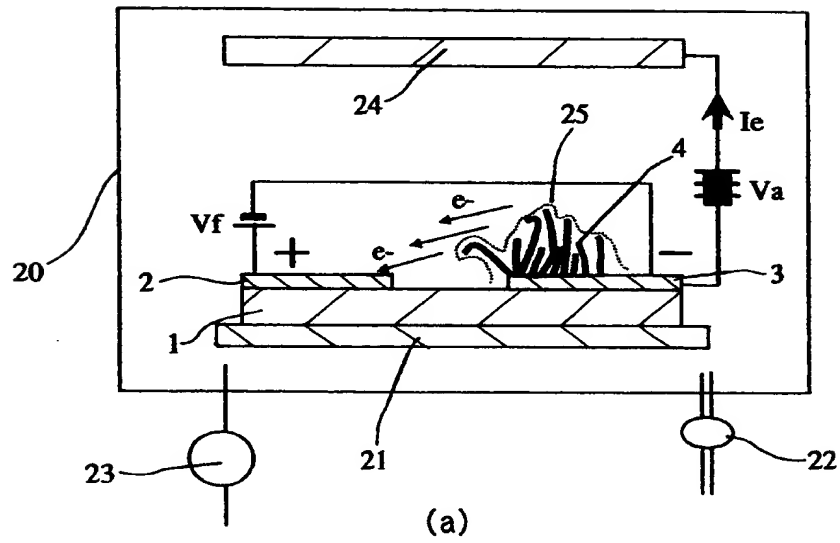
【書類名】

図面

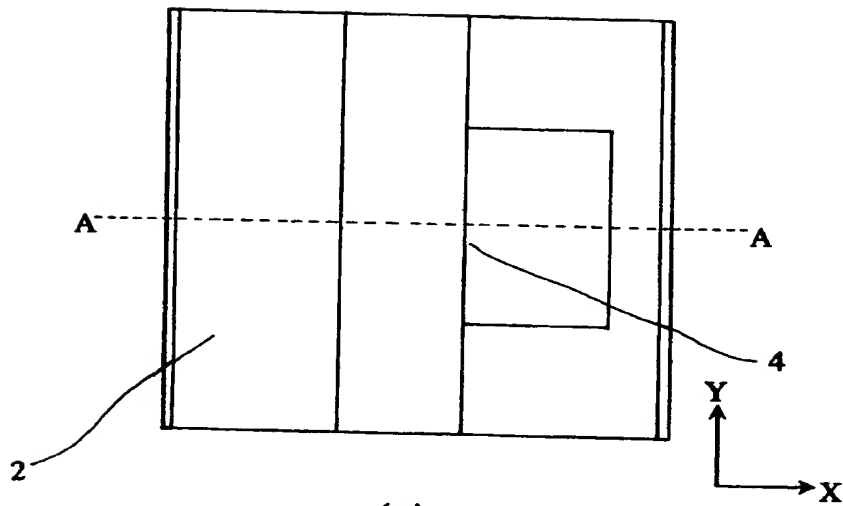
【図 1】



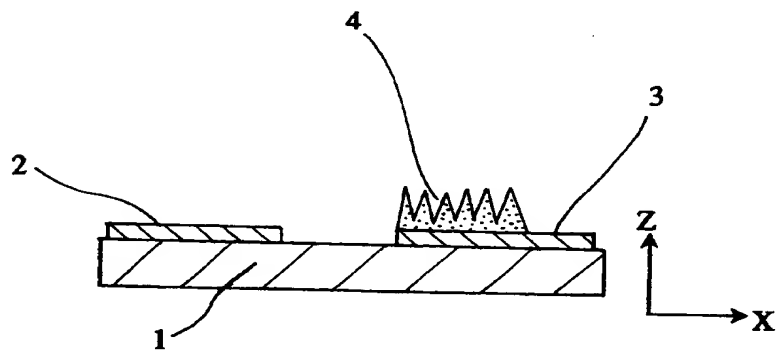
【図2】



【図 3】

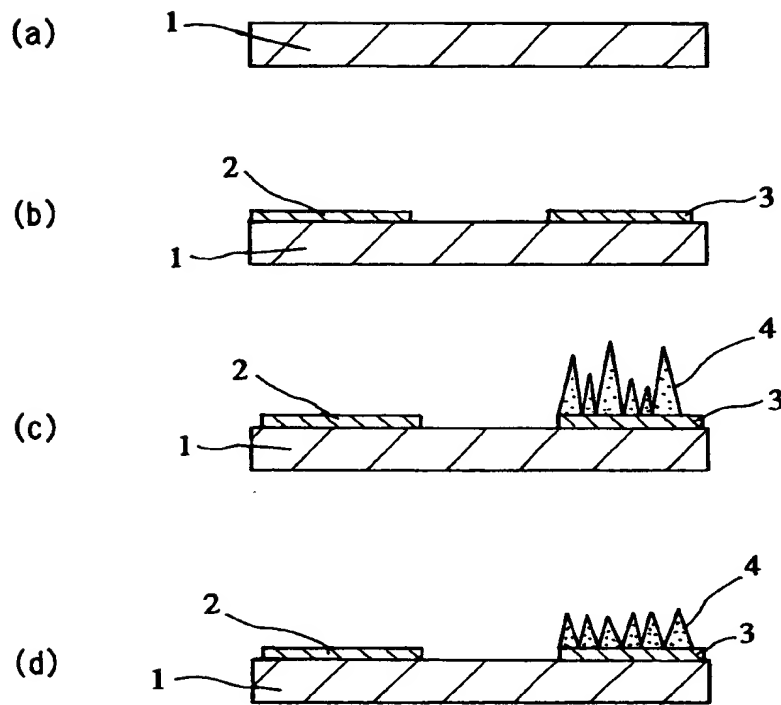


(a)

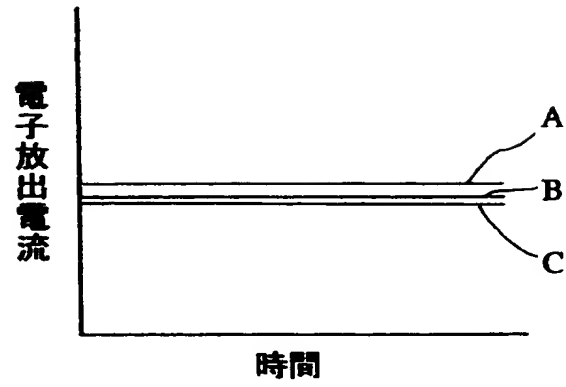


(b)

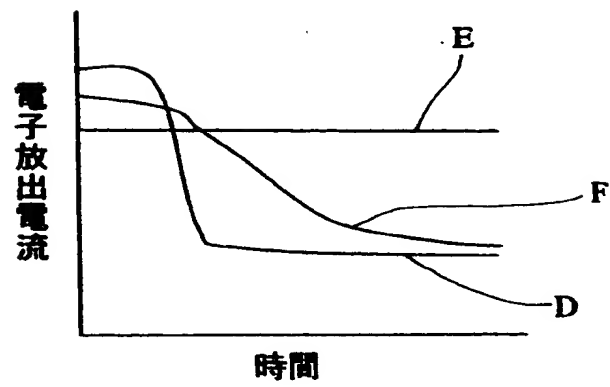
【図 4】



【図 5】

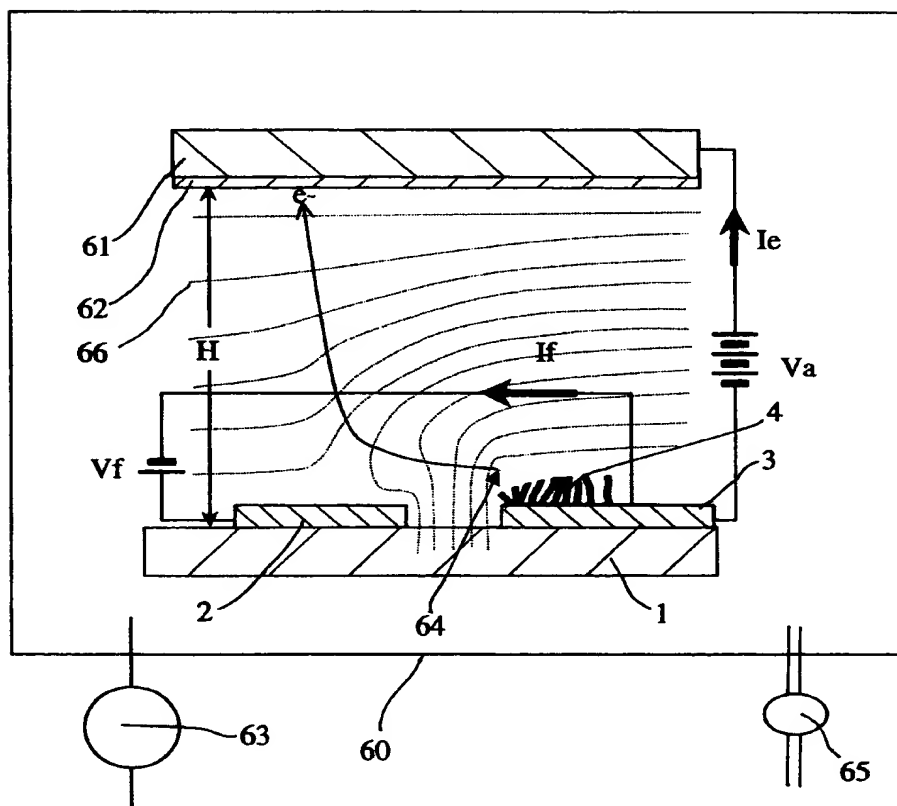


(a)

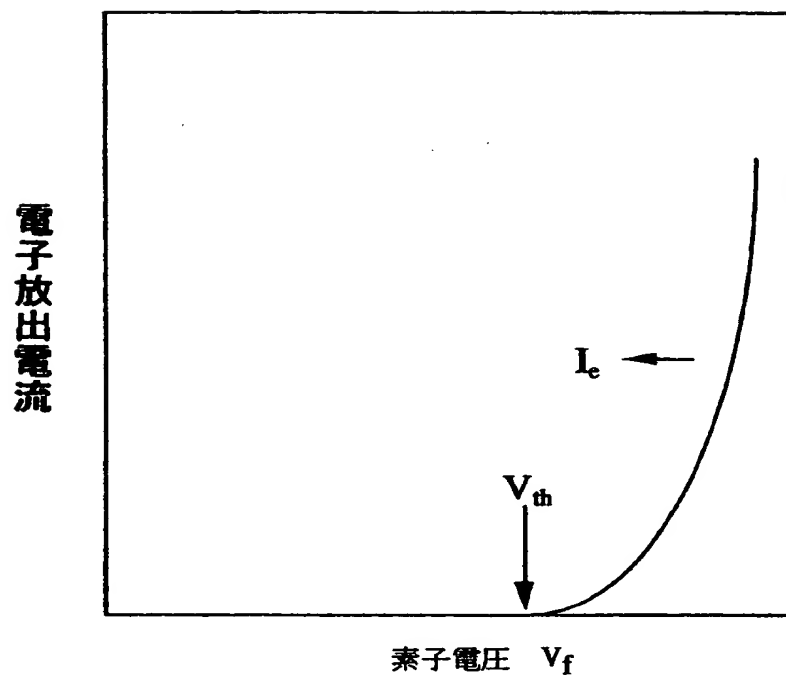


(b)

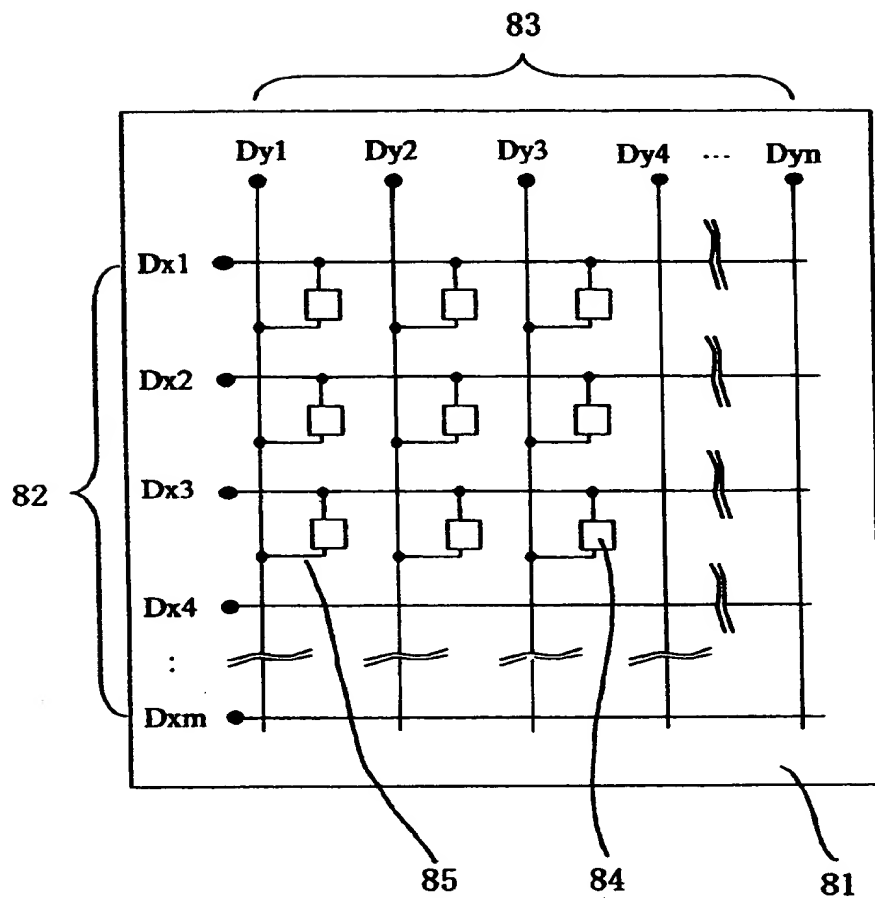
【図 6】



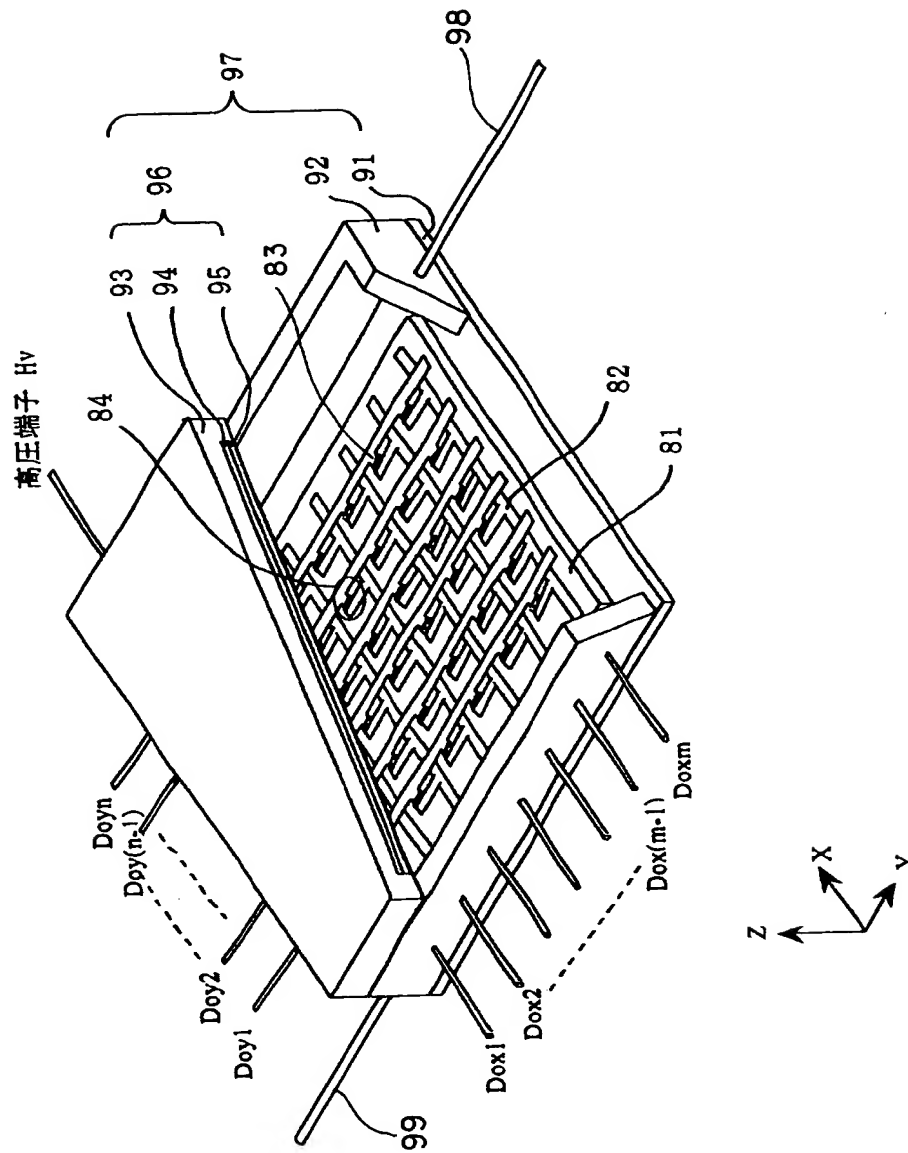
【図 7】



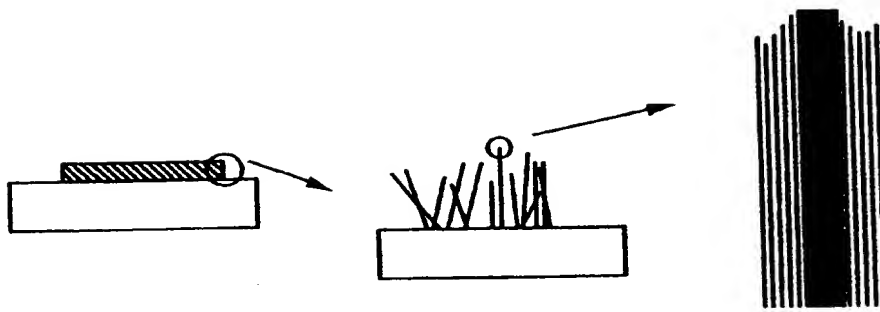
【図 8】



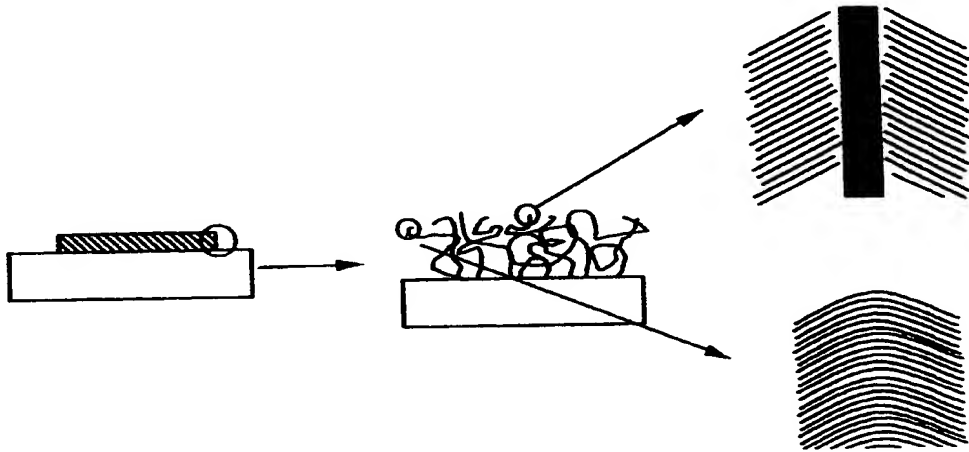
【図9】



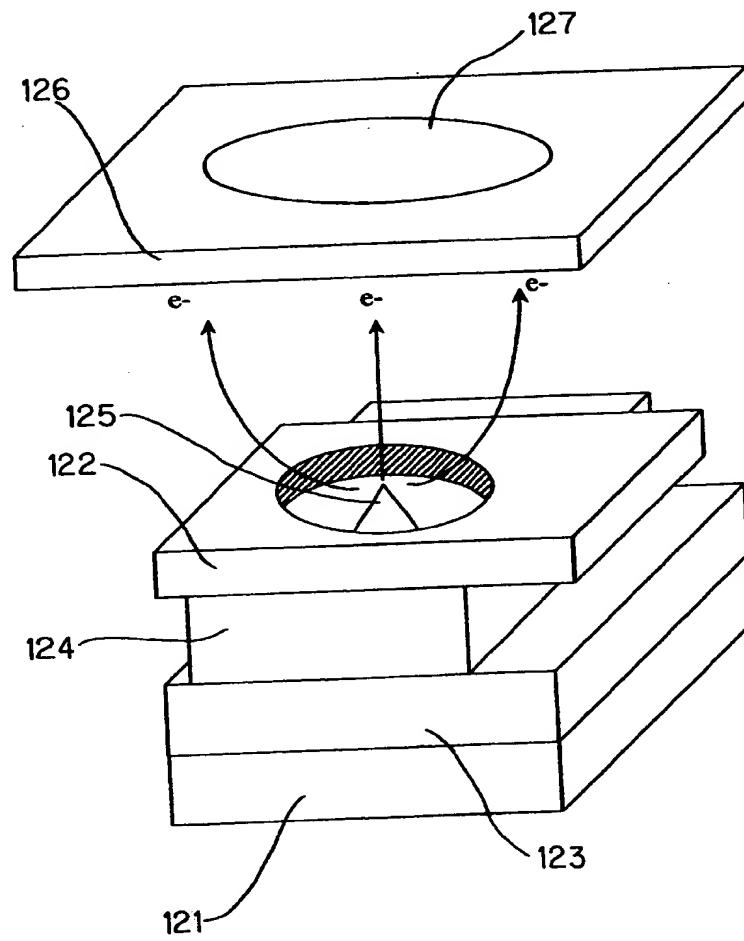
【図 10】



【図 11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子放出特性の均一化を図る耐久性に優れた電子放出素子、電子源、さらには長期にわたって均一な表示特性を有する画像形成装置、並びに容易に作製可能とする電子放出素子及び電子放出装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 図 1 (e) のように電子放出部材 4 の微細突起の形状を均一化したことにより、電子放出部材 4 で局所的な電界集中が防止され、電子放出特性の均一化を図ることができると共に、局所的な電界集中で電流密度が高くなって過負荷がかかり、放出電流の衰退が起こることが抑制できる。このため、放電を誘発することを抑制でき、電子放出素子の寿命を制限することがないので、時間に対して変動の少ない安定した電子放出電流を長期にわたって維持することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社